

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

45

(11)Publication number : 10-325922

(43)Date of publication of application : 08.12.1998

(51)Int.Cl.

G02B 13/24

G02B 13/14

G02B 13/18

G03F 7/20

H01L 21/027

(21)Application number : 09-152857

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 26.05.1997

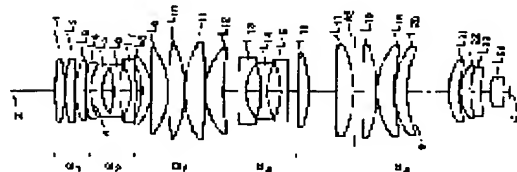
(72)Inventor : TAKAHASHI YUUTO

(54) PROJECTION OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a photographing optical system having high resolving power and a wide exposure area and constituted of a small number of lenses to be used by providing 1st to 5th lens groups and satisfying specified conditions.

SOLUTION: This system projects a pattern on a reticle R to a wafer W and is equipped with the 1st to the 5th lens groups G1 to G5 from a side R to a side W. The 1st group G1 is constituted of positive lenses L1 to L3, the 2nd group G2 is constituted of negative lenses L4 to L7, the 3rd group G3 is constituted of the positive lenses L8 to L12, the 4th group G4 is constituted of the negative lenses L13 to L15 and the 5th group G5 is constituted of the continuous positive lenses L16 to L22, the negative lens L23 and the positive lens L24. The lens surfaces of the negative lens L4 and the positive lens L20 on the side W are aspherical. Then, the conditions $0.4 < \sum Di/L < 0.6$, $0.05 < f_2/f_4 < 6$, $0.01 < f_5/L < 1.2$, $-0.8 < f_4/L < -0.008$ and $-0.5 < f_2/L < -0.005$ are satisfied. In the expressions, $\sum Di$ is the total sum of the center thickness of the lenses, L is a distance from the side R to the side W, and f_2 , f_4 and f_5 are the focal distances of the 2nd, the 4th and the 5th lens groups.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-325922

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 13/24

G 0 2 B 13/24

13/14

13/14

13/18

13/18

G 0 3 F 7/20

5 2 1

G 0 3 F 7/20

5 2 1

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-152857

(22) 出願日

平成9年(1997)5月26日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 高橋 友刀

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

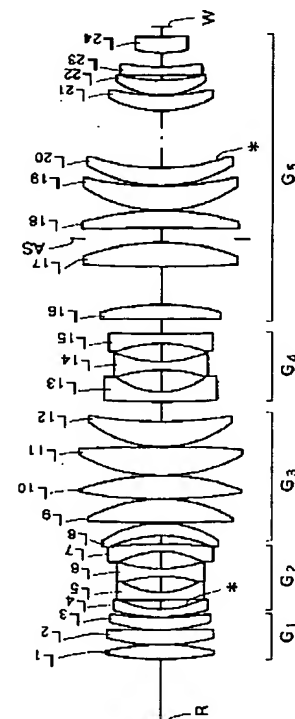
(74) 代理人 弁理士 猪熊 克彦

(54) 【発明の名称】 投影光学系

(57) 【要約】

【課題】 高い解像力と広い露光領域を有し、しかも使用レンズ枚数が十分に少ない投影光学系を提供する。

【解決手段】 第1面Rの像を第2面Wに投影する固定焦点の投影光学系において、第1面R側から第2面W側に向けて順に、2枚以上の正レンズを含む正屈折力の第1レンズ群G₁と、2枚以上の負レンズを含む負屈折力の第2レンズ群G₂と、3枚以上の正レンズを含む正屈折力の第3レンズ群G₃と、2枚以上の負レンズを含む負屈折力の第4レンズ群G₄と、連続した少なくとも5枚以上の正レンズを含む正屈折力の第5レンズ群G₅とで構成され、第1レンズ群と第2レンズ群とのいずれか一方に1面の非球面*を含み、第4レンズ群と第5レンズ群とのいずれか一方に1面の非球面*を含み、且つ、 $\sum_i D_i$: レンズの中心厚の総和、L : 第1面Rから第2面Wまでの距離、としたとき、 $0.4 < \sum_i D_i / L < 0.6$ 、その他の条件を満たすことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 面の像を第 2 面に投影する固定焦点の投影光学系において、

前記第 1 面側から第 2 面側に向けて順に、2 枚以上の正レンズを含む正屈折力の第 1 レンズ群と、2 枚以上の負レンズを含む負屈折力の第 2 レンズ群と、3 枚以上の正レンズを含む正屈折力の第 3 レンズ群と、2 枚以上の負レンズを含む負屈折力の第 4 レンズ群と、連続した少なくとも 5 枚以上の正レンズを含む正屈折力の第 5 レンズ群とで構成され、

前記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群とのいずれか一方に 1 面の非球面を含み、前記第 4 レンズ群と第 5 レンズ群とのいずれか一方に 1 面の非球面を含み、且つ、以下の条件を満たすことを特徴とする投影光学系。

$$0.4 < \Sigma_i D_i / L < 0.6 \quad (1)$$

$$0.05 < f_2 / f_4 < 6 \quad (2)$$

$$0.01 < f_5 / L < 1.2 \quad (3)$$

$$-0.8 < f_4 / L < -0.008 \quad (4)$$

$$-0.5 < f_2 / L < -0.005 \quad (5)$$

但し、 $\Sigma_i D_i$ ：レンズの中心厚の総和

L：前記第 1 面から第 2 面までの距離

f_2 ：前記第 2 レンズ群の焦点距離

f_4 ：前記第 4 レンズ群の焦点距離

f_5 ：前記第 5 レンズ群の焦点距離

である。

【請求項 2】前記第 5 レンズ群は少なくとも 1 枚の負レンズを含む、請求項 1 記載の投影光学系。

【請求項 3】前記第 4 レンズ群は互いに向き合った凹面のレンズ面を少なくとも 2 組含む、請求項 1 又は 2 記載の投影光学系。

【請求項 4】前記第 2 レンズ群は互いに向き合った凹面のレンズ面を少なくとも 2 組含む、請求項 1、2 又は 3 記載の投影光学系。

【請求項 5】前記第 5 レンズ群は互いに向き合った凸面のレンズ面を少なくとも 1 組含む、請求項 1、2、3 又は 4 記載の投影光学系。

【請求項 6】前記第 3 レンズ群は互いに向き合った凸面のレンズ面を少なくとも 1 組含む、請求項 1、2、3、4 又は 5 記載の投影光学系。

【請求項 7】前記第 5 レンズ群内に開口絞りを配置した、請求項 1～6 のいずれか 1 項記載の投影光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レチクルやマスクなどの投影原版上に描かれた電子回路パターンなどのパターンを、投影ホトリソグラフィーにより、感光剤を塗布した半導体ウエハやガラスプレートなどの感光基板上に転写する際に用いられる、投影光学系に関するものである。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】近年、IC や LSI 等の集積回路や液晶等のフラットディスプレイ等に、必要なパターンを転写する際、投影露光法による方法がかなり一般的に行なわれている。特に半導体の集積回路の製造や、半導体チップの実装基板の製造では、そのパターンはますます微細化してきており、また液晶用フラットディスプレイ等には、より投影面積の広いものが要求されてきている。このため、これらのパターンを焼き付ける露光装置、特に投影光学系には、より解像力の高いもの、より露光面積の広いものが要求されてきている。

【0003】しかし、従来これらの露光に用いられる投影光学系には、高い解像力と広い露光領域を必要とするため、使用レンズ枚数が増加し、例えば全体のレンズ枚数が 29 枚程度となり、全体のレンズ体積も増加する一方であった。これは投影レンズの製造に際し、大幅なコスト上昇をもたらし、投影露光装置の高価格化を招く要因となっていた。そこで、本発明は、高い解像力と広い露光領域を有し、しかも使用レンズ枚数が十分に少ない投影光学系を提供することを課題とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、レンズの枚数を減らし、レンズの径を縮小し、使用レンズの体積を減らすために、非球面レンズ面を採用することにより、上記課題を解決したものである。すなわち本発明は、第 1 面の像を第 2 面に投影する固定焦点の投影光学系において、第 1 面側から第 2 面側に向けて順に、2 枚以上の正レンズを含む正屈折力の第 1 レンズ群と、2 枚以上の負レンズを含む負屈折力の第 2 レンズ群と、3 枚以上の正レンズを含む正屈折力の第 3 レンズ群と、2 枚以上の負レンズを含む負屈折力の第 4 レンズ群と、連続した少なくとも 5 枚以上の正レンズを含む正屈折力の第 5 レンズ群とで構成され、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群とのいずれか一方に 1 面の非球面を含み、第 4 レンズ群と第 5 レンズ群とのいずれか一方に 1 面の非球面を含み、且つ、以下の条件を満たすことを特徴とする投影光学系である。

$$0.4 < \Sigma_i D_i / L < 0.6 \quad (1)$$

$$0.05 < f_2 / f_4 < 6 \quad (2)$$

$$0.01 < f_5 / L < 1.2 \quad (3)$$

$$-0.8 < f_4 / L < -0.008 \quad (4)$$

$$-0.5 < f_2 / L < -0.005 \quad (5)$$

但し、 $\Sigma_i D_i$ ：レンズの中心厚の総和

L：第 1 面から第 2 面までの距離

f_2 ：第 2 レンズ群の焦点距離

f_4 ：第 4 レンズ群の焦点距離

f_5 ：第 5 レンズ群の焦点距離

である。

【0005】このように本発明では非球面のレンズ面を採用しているが、非球面を採用する場合、非球面の製造コストは球面のレンズ面よりも高価であるから、非球面

1面あたりのレンズ体積削減率が問題となる。削減率がわずかなのに、多くの非球面を使う訳には行かない。よって、本発明では、この削減率に注目し、一番非球面の効果の高い部分に、なるべく少ない枚数の非球面を採用している。

【0006】そもそも、収差論によれば、光学系の収差には、サイデルの5収差といわれる5種類の収差が存在することが分かっている。先ず、光学系の明るさに関係した収差としては、球面収差、コマ収差が挙げられる。このうちコマ収差は光学系の画角にも関係してくる収差のため、非球面による補正の効果が複雑となる。そこで本発明では、主として球面収差を補正する目的で、その補正に一番非球面の効果の高い部分として、光束径が広がった第5レンズ群、又は第4レンズ群の光学系の開口絞り付近に非球面を適用している。

【0007】さらに、光学系の画角に関する収差としては、歪曲収差、非点収差、コマ収差が挙げられる。このうち非点収差とコマ収差は、レンズの明るさにも関係する収差であるため、非球面による補正の効果が複雑になる。そこで本発明では、主として歪曲収差を優先して補正する目的で、その補正に一番非球面の効果の高い部分として、光学系の物体面に近い第2レンズ群、又は第1レンズ群に非球面を適用している。また第5レンズ群は、連続した少なくとも5枚以上の正レンズを有するが、このように負レンズを介在させることなく正レンズを連続させることにより、光束径が過度に広がることを防止し、レンズ体積の削減を図っている。

【0008】次に各条件について説明すると、先ず条件(1)は、第1面(レチクル面)から第2面(ウエハ面)までの光路長に占めるレンズの割合の適切な範囲を規定したものである。条件(1)の下限を越えると、第1面から第2面までの距離 L が過度に長くなり、全系の大化を招いて好ましくない。逆に条件(1)の上限を越えると、レンズの割合が過度に多くなり、使用レンズの体積が増大するから、高価格化を招いて好ましくない。

【0009】条件(2)は、負屈折力の第4レンズ群と負屈折力の第2レンズ群との屈折力比の適切な範囲を規定したものであり、主にベッツバル和を0に近づけることにより、広い露光領域を確保しつつ像面湾曲を良好に補正するためのものである。条件(2)の下限を越えると、第4レンズ群の屈折力が第2レンズ群の屈折力に対して相対的に弱くなるため、正のベッツバル和が大きく発生して好ましくない。逆に条件(2)の上限を越えると、第2レンズ群の屈折力が第4レンズ群の屈折力に対して相対的に弱くなるため、正のベッツバル和が大きく発生して好ましくない。

【0010】条件(3)は、正屈折力の第5レンズ群の屈折力の適切な範囲を規定したものであり、大きな開口数を保ちながら、球面収差、歪曲収差及びベッツバル

和をバランス良く補正するためのものである。条件

(3)の下限を越えると、第5レンズ群の屈折力が大きくなりすぎ、第5レンズ群にて負の歪曲収差のみならず負の球面収差が甚大に発生するようになり、好ましくない。逆に条件(3)の上限を越えると、第5レンズ群の屈折力が弱くなりすぎ、これに伴って負の屈折力の第4レンズ群の屈折力も必然的に弱くなり、この結果、ベッツバル和を良好に補正することができない。

【0011】条件(4)は、負屈折力の第4レンズ群の屈折力の適切な範囲を規定したものである。条件(4)の下限を越えると、球面収差の補正が困難となるため好ましくない。逆に条件(4)の上限を越えると、コマ収差が発生するため好ましくない。なお、球面収差及びベッツバル和を良好に補正するためには、条件(4)の下限値を -0.078 とすることが好ましく、更にコマ収差の発生を抑えるためには、条件(4)の上限値を -0.047 とすることが好ましい。

【0012】条件(5)は、負屈折力の第2レンズ群の屈折力の適切な範囲を規定したものである。条件(5)の下限を越えると、ベッツバル和が正の大きな値になるため好ましくない。逆に条件(5)の上限を越えると、負の歪曲収差が発生するため好ましくない。なお、ベッツバル和を更に良好に補正するためには、条件(5)の下限値を -0.16 とすることが好ましく、負の歪曲収差とコマ収差を更に良好に補正するためには、条件(5)の上限値を -0.071 とすることが好ましい。

【0013】次に、本発明においては、第5レンズ群中に少なくとも1枚の負レンズを配置することが好ましく、この構成により、歪曲収差を良好に補正することができる。また、負屈折力の第4レンズ群中に、互いに向き合った凹面のレンズ面を少なくとも2組配置することが好ましい。この構成により、光線を緩やかに曲げることができるから、特に球面収差の発生を抑制することができる。同様に、負屈折力の第2レンズ群中に、互いに向き合った凹面のレンズ面を少なくとも2組配置することが好ましい。この構成により、光線を緩やかに曲げることができるから、特に軸外の収差の発生を抑制することができる。同様に、正屈折力の第5レンズ群中に、互いに向き合った凸面のレンズ面を少なくとも1組配置することが好ましい。この構成により、光線を緩やかに曲げることができるから、特に軸外の収差の発生を抑制することができる。また開口絞りは、第5レンズ群内に配置することが好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面によっ

て説明する。図 1 と図 4 は、それぞれ本発明による投影光学系の第 1 実施例と第 2 実施例を示す。両各実施例の投影光学系とも、レチクル R 上のパターンを縮小倍率にてウエハ W 上に投影露光するものであり、レチクル R 側からウエハ W 側に向けて順に、正屈折力の第 1 レンズ群 G_1 と、負屈折力の第 2 レンズ群 G_2 と、正屈折力の第 3 レンズ群 G_3 と、負屈折力の第 4 レンズ群 G_4 と、正屈折力の第 5 レンズ群 G_5 とで構成されている。また、図中 * 印は非球面レンズ面を表す。

【0015】先ず第 1 実施例の第 1 レンズ群 G_1 は、3 枚の正レンズ $L_1 \sim L_3$ からなり、第 2 レンズ群 G_2 は、4 枚の負レンズ $L_4 \sim L_7$ からなり、負レンズ L_4 のウエハ W 側レンズ面は非球面であり、負レンズ L_5 と負レンズ L_6 の向かい合うレンズ面は共に凹面であり、負レンズ L_6 と負レンズ L_7 の向かい合うレンズ面も共に凹面である。第 3 レンズ群 G_3 は、5 枚の正レンズ $L_8 \sim L_{12}$ からなり、正レンズ L_8 と正レンズ L_9 、正レンズ L_9 と正レンズ L_{10} 、正レンズ L_{10} と正レンズ L_{11} 、正レンズ L_{11} と正レンズ L_{12} の向かい合うレンズ面は、いずれも凸面である。第 4 レンズ群 G_4 は、3 枚の負レンズ $L_{13} \sim L_{15}$ からなり、負レンズ L_{13} と負レンズ L_{14} の向かい合うレンズ面は共に凹面であり、負レンズ L_{14} と負レンズ L_{15} の向かい合うレンズ面も共に凹面である。第 5 レンズ群 G_5 は、連続した 7 枚の正レンズ $L_{16} \sim L_{22}$ と、負レンズ L_{23} と、正レンズ L_{24} からなり、正レンズ L_{20} のウエハ W 側レンズ面は非球面であり、正レンズ L_{16} と正レンズ L_{17} 、正レンズ L_{18} と正レンズ L_{19} の向かい合うレンズ面は共に凸面である。また開口絞り A S は、第 5 レンズ群 G_5 内の正レンズ L_{17} と正レンズ L_{18} の間に配置されている。

【0016】第 2 実施例の第 1 レンズ群 G_1 は、3 枚の正レンズ $L_1 \sim L_3$ からなり、正レンズ L_1 のレチクル R 側レンズ面は非球面である。第 2 レンズ群 G_2 は、4 枚の負レンズ $L_4 \sim L_7$ からなり、負レンズ L_5 と負レンズ

L_6 の向かい合うレンズ面は共に凹面であり、負レンズ L_6 と負レンズ L_7 の向かい合うレンズ面も共に凹面である。第 3 レンズ群 G_3 は、5 枚の正レンズ $L_8 \sim L_{12}$ からなり、正レンズ L_9 と正レンズ L_{10} 、正レンズ L_{10} と正レンズ L_{11} 、正レンズ L_{11} と正レンズ L_{12} の向かい合うレンズ面は、いずれも凸面である。第 4 レンズ群 G_4 は、3 枚の負レンズ $L_{13} \sim L_{15}$ からなり、負レンズ L_{13} と負レンズ L_{14} の向かい合うレンズ面は共に凹面であり、負レンズ L_{14} と負レンズ L_{15} の向かい合うレンズ面も共に凹面である。第 5 レンズ群 G_5 は、連続した 7 枚の正レンズ $L_{16} \sim L_{22}$ と、負レンズ L_{23} と、正レンズ L_{24} からなり、正レンズ L_{17} のウエハ W 側レンズ面は非球面であり、正レンズ L_{17} と正レンズ L_{18} 、正レンズ L_{18} と正レンズ L_{19} の向かい合うレンズ面は共に凸面である。また開口絞り A S は、第 5 レンズ群 G_5 内の正レンズ L_{17} と正レンズ L_{18} の間に配置されている。

【0017】このように両実施例とも、非球面レンズ面を 2 面導入することにより、総計 24 枚のレンズによって投影光学系を構成しており、従来例と比較して 4 枚のレンズ枚数の削減を図っている。この結果、第 1 実施例では、従来例と比較して 21.6% のレンズ体積の削減を達成しており、第 2 実施例では、従来例と比較して 21.4% のレンズ体積の削減を達成している。

【0018】以下の表 1 と表 2 に、それぞれ第 1、第 2 実施例の諸元を示す。両表の [主要諸元] 中、NA は像側開口数、 β は結像倍率、Y は最大像高である。[レンズ諸元] 中、第 1 欄 No はレチクル R 側からのレンズ面の番号、第 2 欄 r は各レンズ面の曲率半径、第 3 欄 d は各レンズ面から次のレンズ面までの間隔、第 4 欄は各レンズの番号とレンズ群の番号を示す。また第 1 欄中 * 印を付したレンズ面は非球面を示し、非球面レンズ面についての第 2 欄 r は、頂点曲率半径である。非球面の形状は、

$$z(y) = \frac{y^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)y^2/r^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

y : 光軸からの高さ

z : 接平面から非球面までの光軸方向の距離

r : 頂点曲率半径

κ : 円錐係数

A、B、C、D : 非球面係数

によって表わしており、[非球面データ] に円錐係数 κ と非球面係数 A、B、C、D を示した。

【0019】第 1 実施例、第 2 実施例とも、すべてのレ

[主要諸元]

NA=0.60 β =0.25 L=1000 Y=13.2

[レンズ諸元]

No	r	d	
0	∞	95.000000	R

ンズの硝材は合成石英であり、合成石英の屈折率は $n = 1.50839$ である。またレンズの設計波長 λ は、 $\lambda = 248.4 \text{ nm}$ である。また、以下の表 3 に、第 1、第 2 実施例について、条件 (1) ~ (5) 中のパラメータの値を示す。

【0020】

[表 1]

1	433.91190	20.000000	L ₁	G ₁
2	-264.07352	0.100000		
3	267.56195	21.000000	L ₂	G ₁
4	-2927.69949	0.100000		
5	202.61124	18.000000	L ₃	G ₁
6	522.59265	0.563450		
7	215.00000	11.000000	L ₄	G ₂
* 8	111.70344	13.518226		
9	∞	11.000000	L ₅	G ₂
10	97.72313	22.612443		
11	-161.65981	11.000000	L ₆	G ₂
12	180.00000	24.316478		
13	-105.44867	11.000000	L ₇	G ₂
14	-449.26370	11.629003		
15	-142.00299	18.000000	L ₈	G ₃
16	-125.57186	1.240603		
17	161179.01126	33.000000	L ₉	G ₃
18	-175.00000	0.100000		
19	754.11968	33.000000	L ₁₀	G ₃
20	-278.94419	0.100000		
21	222.68425	41.060395	L ₁₁	G ₃
22	-1335.18288	0.100000		
23	149.08484	36.038073	L ₁₂	G ₃
24	574.21220	28.493823		
25	1941.96297	14.000000	L ₁₃	G ₄
26	94.01546	31.013254		
27	-171.67213	12.000000	L ₁₄	G ₄
28	156.42171	26.273017		
29	-146.90061	14.000000	L ₁₅	G ₄
30	∞	21.271558		
31	-2448.91477	20.000000	L ₁₆	G ₅
32	-279.25287	54.050059		
33	1956.20721	35.000000	L ₁₇	G ₅
34	-261.00005	4.336349		
35	-	16.728433	A S	
36	-1834.43885	25.000000	L ₁₈	G ₅
37	-312.69618	0.100000		
38	173.57958	35.000000	L ₁₉	G ₅
39	433.19719	0.849054		
40	180.44461	25.000000	L ₂₀	G ₅
*41	291.85469	82.093107		
42	136.98791	22.000000	L ₂₁	G ₅
43	255.88804	0.134540		
44	93.25391	22.000000	L ₂₂	G ₅
45	212.44729	7.000000		
46	∞	12.000000	L ₂₃	G ₅
47	294.29622	20.883660		
48	143.75769	22.000000	L ₂₄	G ₅
49	1025.52781	15.294472		
50	∞		W	

[非球面データ]

No = 8	$\kappa = 0.0$	$A = -0.581076 \times 10^{-7}$	$B = -0.674572 \times 10^{-11}$
		$C = -0.482837 \times 10^{-15}$	$D = -0.435664 \times 10^{-19}$
No = 41	$\kappa = 0.0$	$A = 0.201362 \times 10^{-7}$	$B = 0.181546 \times 10^{-12}$
		$C = 0.642414 \times 10^{-17}$	$D = 0.234689 \times 10^{-21}$

【0021】

【表 2】

[主要諸元]

NA = 0.60 $\beta = 0.25$ L = 1000 Y = 13.2

[レンズ諸元]

No	r	d		
0	∞	95.000000	R	
* 1	353.08200	20.000000	L ₁	G ₁
2	-491.41418	0.100000		
3	245.00000	21.000000	L ₂	G ₁
4	-1839.62387	0.100000		
5	186.36312	18.000000	L ₃	G ₁
6	1642.88042	4.100638		
7	215.00000	11.000000	L ₄	G ₂
8	89.23763	16.000000		
9	∞	11.000000	L ₅	G ₂
10	104.04661	19.000000		
11	-199.21064	11.000000	L ₆	G ₂
12	180.00000	22.846797		
13	-100.78545	11.000000	L ₇	G ₂
14	-755.40154	10.542476		
15	-161.98672	18.000000	L ₈	G ₃
16	-134.89402	0.100000		
17	-2176.47687	33.000000	L ₉	G ₃
18	-175.00000	0.100000		
19	1536.19231	39.822807	L ₁₀	G ₃
20	-213.43088	0.100000		
21	197.93991	42.438507	L ₁₁	G ₃
22	-1888.95126	0.100000		
23	155.30262	35.021892	L ₁₂	G ₃
24	652.83877	21.537227		
25	4814.07929	14.000000	L ₁₃	G ₄
26	98.80218	32.221298		
27	-177.88393	12.000000	L ₁₄	G ₄
28	172.85884	28.000000		
29	-121.13045	14.000000	L ₁₅	G ₄
30	∞	21.859596		
31	-990.90790	20.000000	L ₁₆	G ₅
32	-239.29178	47.826366		
33	-2075.72041	35.000000	L ₁₇	G ₅
* 34	-190.00000	1.690000		
35	—	16.728433	A S	
36	377.61272	30.000000	L ₁₈	G ₅
37	-924.11191	0.100000		
38	285.99684	30.000000	L ₁₉	G ₅
39	1265.47224	0.100000		

40	161.08253	25.000000	L_{20}	G_5
41	249.08563	98.969690		
42	118.40375	20.000000	L_{21}	G_5
43	179.37070	0.968540		
44	88.27417	25.000000	L_{22}	G_5
45	217.06775	5.500000		
46	∞	12.000000	L_{23}	G_5
47	124.72685	17.467883		
48	108.58000	22.000000	L_{24}	G_5
49	-1009.70305	8.657760		
50	∞		W	

[非球面データ]

$N_o=1$	$\kappa=0.0$	$A=0.104005 \times 10^{-7}$	$B=-0.676866 \times 10^{-12}$
		$C=0.235303 \times 10^{-17}$	$D=0.483488 \times 10^{-21}$
$N_o=34$	$\kappa=0.0$	$A=0.328220 \times 10^{-8}$	$B=0.596778 \times 10^{-13}$
		$C=0.870329 \times 10^{-18}$	$D=0.355535 \times 10^{-22}$

【0022】

【表3】

実施例番号	1	2
(1) $\Sigma_i D_i/L$	0.522	0.530
(2) f_2/f_4	0.867	0.831
(3) f_5/L	0.181	0.209
(4) f_4/L	-0.0558	-0.0540
(5) f_3/L	-0.0484	-0.0449

【0023】図2に第1実施例の球面収差、非点収差、歪曲収差を示し、図3に同実施例の横収差を示す。同様に図5と図6に第2実施例の諸収差を示す。各収差図中、NAは開口数、Yは像高を示す。非点収差図中点線はメリジオナル像面を表し、実線はサジタル像面を表す。各収差図より明らかなように、所要のレンズ構成を取り、条件(1)～(5)を満たすことにより、各実施例とも少ないレンズ枚数にてきわめて優れた結像性能を持つことが分かる。

【0024】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、高い解像力と広い露光領域を有し、しかも使用レンズ枚数が十分に少ない投影光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による投影光学系の第1実施例のレンズ構成を示す断面図

【図2】第1実施例の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図

【図3】第1実施例の横収差を示す収差図

【図4】第2実施例のレンズ構成を示す断面図

【図5】第2実施例の球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図

【図6】第2実施例の横収差を示す収差図

【符号の説明】

 $L_1 \sim L_{24}$ …レンズ

R…レチクル

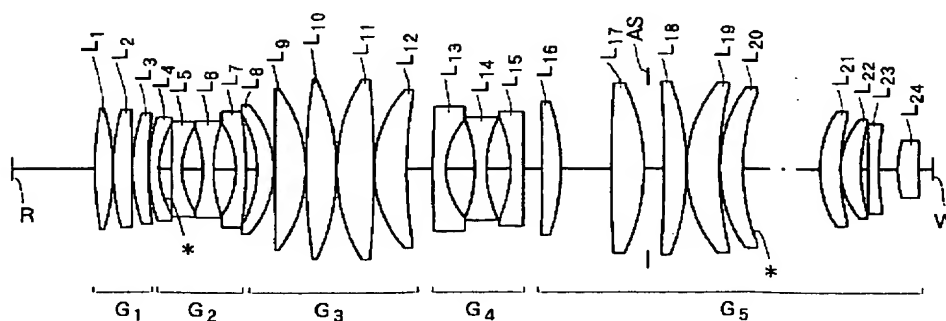
AS…開口絞り

 $G_1 \sim G_5$ …レンズ群

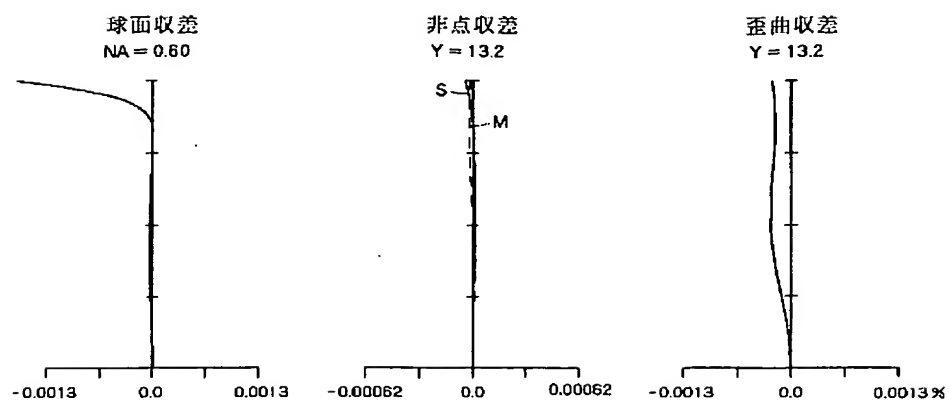
W…ウエハ

*…非球面レンズ面

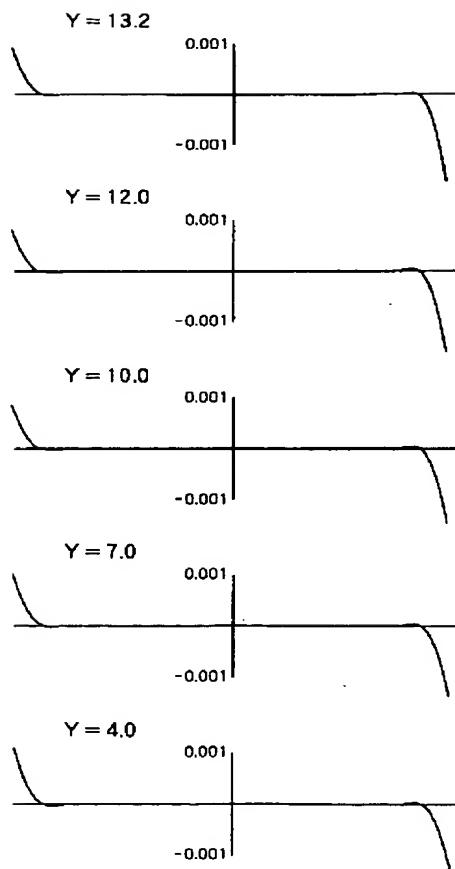
【図1】



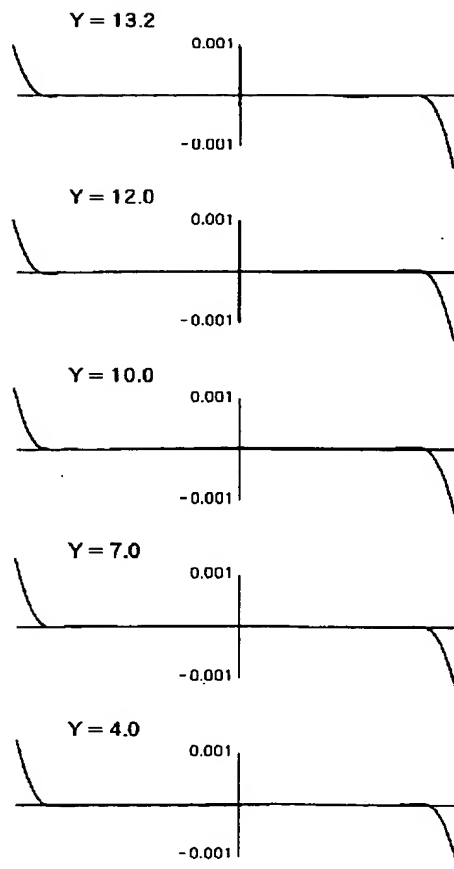
【図 2】



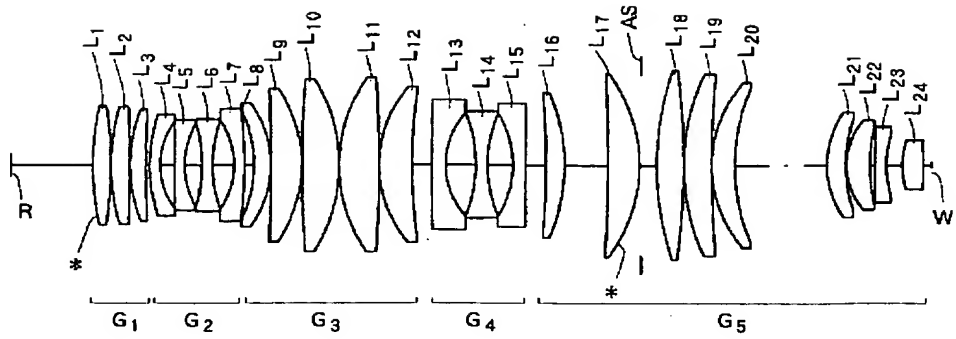
【図 3】



【図 6】



【図 4】



【図 5】

